

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：實習)

# 無線用戶迴路應用之研究

出國人員：

服務機關	職稱	姓名
交通部電信總局	專員	曾文方

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：德國

出國時間：89年11月12日至

89年11月25日

報告日期：90年2月25日

# 目 錄

壹、前言-----	01
貳、實習行程-----	01
參、實習心得-----	02
一、無線用戶迴路應用的優點-----	02
二、無線用戶迴路技術發展-----	02
三、西門子公司無線用戶迴路產品-WALKair 簡介 ----	05
四、歐盟有關 FWA 頻譜規劃-----	08
五、歐盟有關 MWS 頻譜規劃-----	11
六、頻譜管理系統之應用-----	13
肆、結語-----	16
附件-----	17
1. CEPT/ERC/REC 13-04 E	
2. CEPT/ERC/REC 14-03 E	
3. CEPT/ERC/REC 12-05 E	
4. ERC/REC/(00)05	
5. ERC/DEC/99(15)	

## 壹、前言

寬頻通訊時代來臨，不論有線無線皆蓬勃發展，各國為提高電話分佈密度，無不積極加速電信基本建設，其中無線用戶迴路（Wireless Local Loop）技術挾其鋪設迅速、成本低廉等特性，受到電信業者高度重視，未來前景看好。

台灣的面積雖然不大，但由於地形複雜，要建設全面性又廉價的電信網路，必須花費相當多的時間與金錢，尤其是提供偏遠地區或鄉村地區的電信服務。為了讓新固網業者可以快速興建網路，電信總局已制訂「可供固網經營者申請使用之無線頻譜及頻譜核配原則與程序」，讓民營業者可以快速地興建所謂「最後一哩」的電話網路，完成民國九十年七月開始營業的時程目標。

再者，隨著社會的快速變遷，民眾對無線電頻率需求急遽增加，頻譜管理工作日益複雜且繁重，許多作業諸如電波涵蓋的分析、干擾分析、頻率指配以及頻譜資料庫管理等，均應逐步電腦化與自動化，以發揮頻率資源的使用效率，提昇電波應用的服務品質。

本次出國實習的主要目的在於了解德國無線用戶迴路頻譜規劃、無線用戶迴路的相關技術發展，以及頻譜管理系統之應用，以供我國頻譜管理工作之參考。

## 貳、實習行程

本次實習行程自 89 年 11 月 12 日至 89 年 11 月 25 日止，含行程共 14 天，主要是赴德國 L&S 及 Siemens 公司研習。

## 參、實習心得

### 一、無線用戶迴路的優點

- 系統建設容易，可以在最短時間以最低價格完成
- 無線用戶迴路系統可逐步擴充線路以提高用戶數，讓經營者依序投資以獲得利潤
- 維運成本遠低於有線系統，且可容易地重新架設以提供其他地區的服務。
- 無線傳輸方式不易受地形影響，因此在用戶密集的市區及用戶分散之鄉村都能有效的工作
- 無纜線的佈放，不易受到天然災害的破壞，如洪水、山崩等

### 二、無線用戶迴路技術發展

依據 ITU-R 的規定，無線接取 ( wireless access , 亦稱為無線用戶迴路, wireless local loop ), 係指以無線方式連接電信網路從機房至用戶端的末端部分。依據用戶端與機房間相對位置的關係，無線接取可大致區分為下列三種：

- 固定式無線接取 ( Fixed Wireless Access, 以下簡稱 FWA ): 用戶端與機房的位置均固定，FWA 可以利用點對點 ( point to point ) 點對多點 ( point to multi point ) 及多點對多點 ( multipoint to multipoint ) 三種架構提供。
- 行動式無線接取 ( Mobile Wireless Access, MWA ): 用戶

端為行動電臺。

- 遊牧式無線接取 ( Nomadic Wireless Access, NWA ): 用戶端的位置會隨時間改變，但使用時為固定不動，如 U-NII 或 HIPERLAN 就可視為 NWA 的一種。

無線用戶迴路系統應用並不是要取代既有的有線網路，而是要針對佈線的死角和適用的場合，與有線網路相輔相成。以傳輸速率來區分，無線用戶迴路系統可大致區分如下：

- narrowband 無線用戶迴路系統—傳輸速率 64 Kbps
- wideband 無線用戶迴路系統— 64 Kbps 傳輸速率 2 Mbps
- broadband 無線用戶迴路系統—2 Mbps 傳輸速率

無線用戶迴路並不像數位無線電話或數位行動電話一樣，有統一的標準規範，因為它通常是附屬於固定網路的一部份，而且在各種使用環境中，如市區、鄉鎮、郊區、偏遠地區，以及在傳輸距離、用戶密度、通訊語音品質、數據傳輸能力上，也有不同的需求。各電信設備供應商以其既有的無線及有線技術，發展個種 WLL 產品，使用者則面臨如何選擇適用 WLL 產品的窘境，依據使用環境、傳輸技術及系統功能的不同，無線用戶迴路可以歸納成四種主要的系統，包括：

#### (一) 點對多點無線用戶迴路系統：

點對多點微波系統的技術發展甚早，因此被廣泛地應用在世界各國較偏遠的鄉村地區。而因為微波傳輸特性，必須使用碟形天線，且天線必須位於視線範圍(Line of

Sight)。

## (二) 低功率式無線用戶迴路系統：

以數位式低功率無線電話系統構成的無線用戶迴路為例，此種系統提供小功率、小服務區、高容量、高品質且價格低廉的無線用戶迴路系統，包括歐規的 CT-2 及 DECT、日規的 PHS 及美規的 PACS，都可以用來建構無線用戶迴路系統。

DECT 系統是目前無線用戶迴路系統最感興趣的技術之一，DECT 提供普遍的空中介面而且可以支援既有及未來的類比和數位服務，以 DECT 技術為基礎的無線用戶迴路系統可提供完整的公眾電話交換網路各項服務，並支援高品質且加密的語音傳輸。

有些用戶迴路系統可裝設於市郊及鄉村地區，包含點對多點及 DECT 系統，此種系統的每一個網路由座落於地方局的一個中央站 (central station) 及若干遠端站 (remote station) 組成，遠端站裝設在用戶較為密集的地區，中央站與遠端站間以點對點或點對多點微波系統連接，最後再經由 DECT 技術連接至用戶終端設備。

## (三) 蜂巢式無線用戶迴路系統：

由於蜂巢式無線電系統在全世界廣泛的應用，市場接收度較高，使得該技術成為無線用戶迴路系統的一種理想方式，使新電信業者可以建設較為便宜且高品質的接取網路，並提供用戶多種廉價的終端設備。但由於蜂巢式系統是一種移動性的服務，專門設計給行動用戶使用，這意謂

著該系統必須包含提供細胞間訊息轉送所需的軟硬體及追蹤用戶所在位置，這些都是無線用戶系統所不需要的，因此將蜂巢式系統技術應用到無線用戶迴路系統時，在技術上需作一些修改。

這類用戶迴路系統又可區分為類比式蜂巢（Analog Cellular）及數位式蜂巢（Digital Cellular）技術。類比式蜂巢技術目前已廣泛地應用於現有的行動通信系統，包括 AMPS、NMT 及 TACS，優點是在經濟因素的考量下，市場接收度高，且涵蓋面積較數位式蜂巢技術大，適合中、低用戶密度的電信市場；但缺點是網路容量較低。

數位式蜂巢技術主要分為 GSM 及 CDMA 兩系統，優點為網路容量大，但語音品質較類比式系統差。其中 CDMA 系統可以提供的通訊容量大（約為類比式蜂巢系統的 8~10 倍），語音品質佳，將是 WLL 的明日之星。

#### (四) 衛星無線用戶迴路系統

由於衛星的成本過高，一般而言，如無迫切需要並不會架設。

### 三、西門子公司無線用戶迴路產品-WALKair 簡介

#### (一) 系統特性

- 為點對多點無線用戶迴路系統
- 使用頻段包括 3.5 GHz、10.5 GHz 及 26GHz 頻段
- 傳輸距離

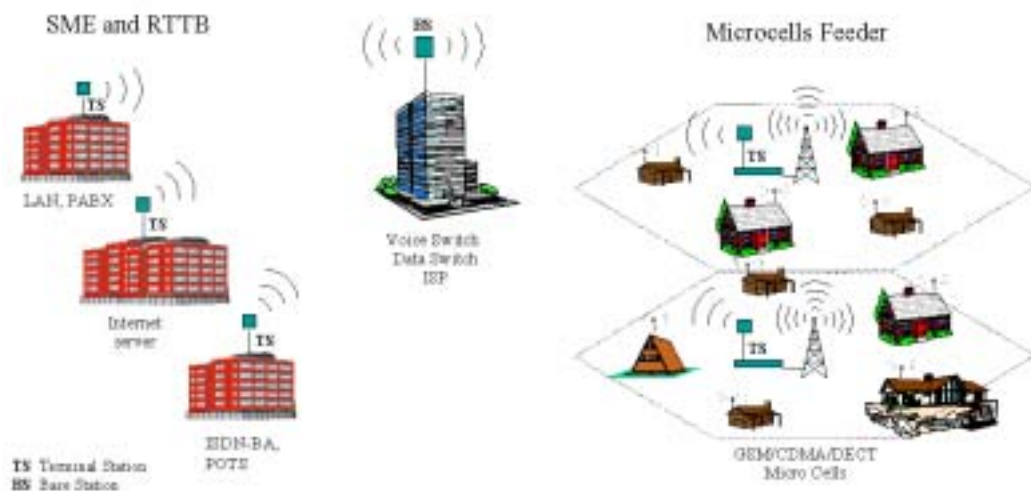
3.5GHz 及 10.5GHz 頻段產品：小於 10 公里

26 GHz 頻段產品：小於 3 公里

- 載波頻寬：1.75 MHz
- 頻率使用效率：2.5 bits/s/Hz，故每個頻道的最大傳輸容量為 4.3 Mbits/s
- 每個 sector 的最大容量可達 32E1
- TDMA / Multi carrier / FDD
- 隨機頻寬分配 ( Dynamic bandwidth allocation )
- availability 99.999%
- BER <  $10^{-9}$
- 利用 automatic frequency adaption 避免系統干擾

## (二) WALKair 系統架構

WALKair:  
The PMP wireless access system for different applications

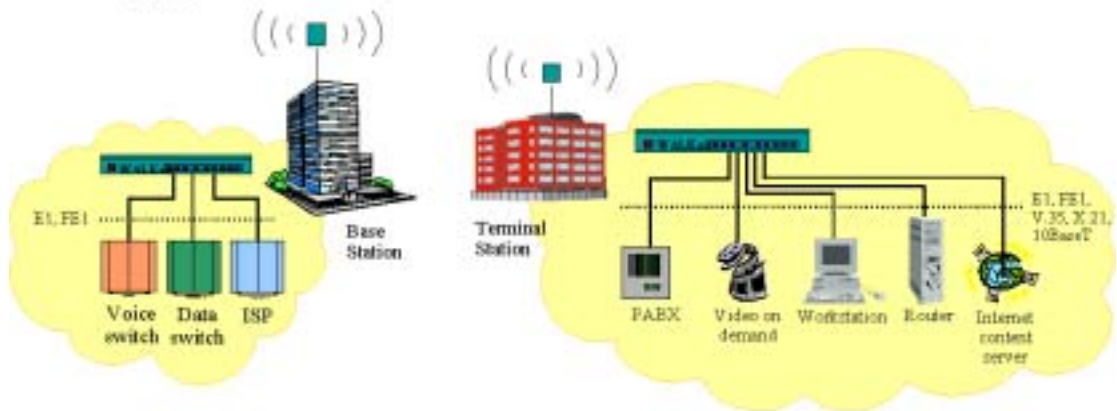




### (三) WALKair 在中小企業的應用

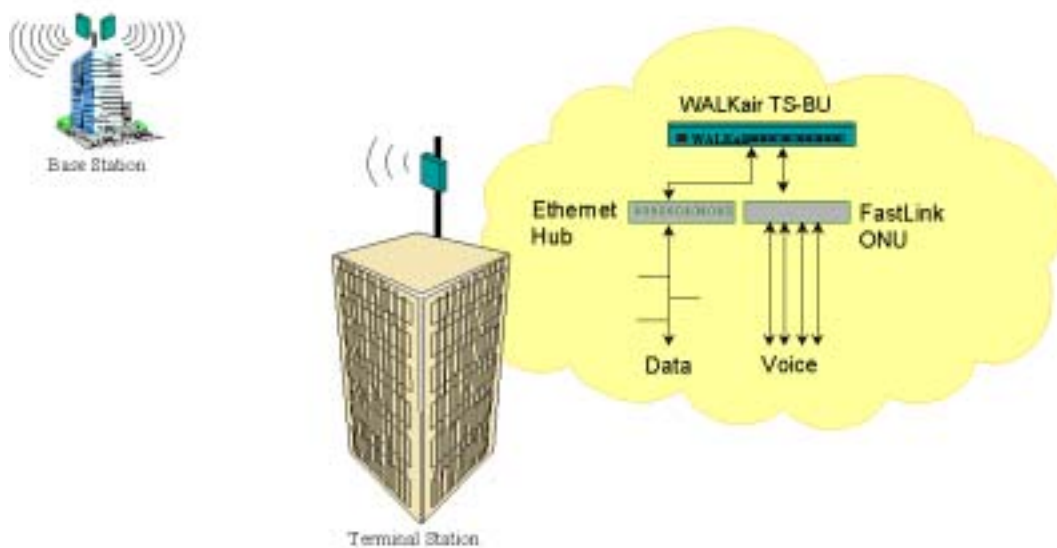
#### Small and Medium Enterprise (SME) Application Connecting business customers

- Voice & data services
- Net capacity: up to 4 Mbit/s per single user
- User capacity varies dynamically based on traffic



### (四) Radio to The Building 應用

#### Radio To The Building (RTTB) application Voice and Data services for offices and residential customers



## (五)Feeder 應用

### Feeder Application Feeding WLL/Mobile Base Stations



- Suitable for large area coverage
- Cost effective compared to PTP and Leased Lines
- Efficient BW utilization
- Flexible bandwidth allocation per micro cell
- Few access points due to large cell coverage
- Fast deployment



GSM / CDMA / DECT  
Micro Cells

## 四、 歐盟有關 FWA 頻譜規劃

### (一) 歐盟 FWA 頻譜規劃原則

1. 目前 ITU-R 已完成在 FS 頻段內點對點微波系統的頻道規劃 (channel plan), 但由於在 ITU-R 的頻道規劃中, 每個上、下鏈頻道的頻寬都一樣, 並不能適用於所有的 FWA 系統。
2. 由於多媒體無線通信服務的特性, 頻譜規劃必須考量上、下鏈頻段的不對稱性。上、下鏈頻段的不對稱性可以幾種方式達成：
  - (1) 分配上、下鏈頻道不同的頻寬。

僅適用於當上、下鏈容量的不對稱性很穩定的情況（即上、下鏈容量及所需頻寬的比例，不會隨時間有很大的變動）；在上、下鏈容量比例隨時間有大輻變化的環境中，採用第一種方法的頻率使用效率較差。

(2) 上、下鏈使用不同的調變方式。

在上、下鏈容量比例隨時間變化的情況下，採用此種方法的頻率使用效率較高。

(3) 採用不對稱 TDD 技術。

TDD 系統可將不同的時間分配供上、下鏈使用，適合應用於上、下鏈容量不對稱的情況。

在 ITU-R 規劃的 paired spectrum 中，指配頻率供 TDD 系統使用時應考量下列因素：

(1) 若 FDD 系統上、下鏈使用不同的頻寬，如上鏈使用  $m$  個頻道，下鏈使用  $n$  個頻道，則可指配剩餘的  $|m-n|$  個頻道供 TDD 系統使用。

(2) 當 TDD 與 FDD 系統使用同一頻段時，需考量兩個系統間可能產生的干擾問題

## (二) 頻率指配原則

1. 應分配給業者足夠的頻寬，使業者更具競爭力。
2. 為了提昇頻譜使用效率，應指配給每個業者連續的頻譜。

3. 核配頻譜供 FDD 系統使用時，應採一致性的上鏈/下鏈頻道規劃（一般下鏈頻率使用較高頻段）。
4. 核配頻譜供 TDD 系統使用時，須考量因上、下鏈都在同一頻段所可能產生的干擾問題。
5. 考量點對點及點對多點系統在同一頻段中（如 24.5-26.5 GHz 頻段）使用的情況下，建議規劃不同的 sub-band 供兩種系統使用（如點對點系統由 24.5 GHz 開始往高頻指配，點對多點系統由 26.5 GHz 開始往低頻指配）。

### (三) 規劃供 FWA 使用的頻段（附件一 CEPT/ERC/REC 13-04 E）

目前歐盟規劃 3.4-3.6 GHz（詳附件二）、10.15-10.3 GHz / 10.5-10.68 GHz（詳附件三）、24.5-26.5 GHz（詳附件四）及 27.5-29.5 GHz 中部份頻段供 FWA 業務使用。ERO 的報告中指出，未來 FWA 的頻率使用應朝高頻頻段（高於 3.4 GHz）規劃，低於 3 GHz 頻段應保留專供行動通信業務使用；惟在行動電話使用者較為稀少的地方，亦可考慮將 800 MHz 及 1800 MHz 頻段規劃供 FWA 業務使用，如：芬蘭及瑞典的行動通信業者便積極規劃利用 GSM900 及 NMT450 行動通信網路，在偏遠地區提供 FWA 服務。

包括瑞典、德國、法國、義大利、西班牙 等大部份歐洲國家，均已分配 3.4-3.6 GHz 頻段供 FWA 使用，不過由於民眾對服務及頻寬的需求日益增加，因此也考慮將增配 3.4 GHz 及 10 GHz 頻段中部份頻譜供 FWA 業務使用。

### (三)德國無線區域迴路頻譜規劃

目前德國規劃供 WLL 使用的頻段分別是 2540-2670 MHz、 3400-3600 MHz 及 24.5-26.5 GHz (部份頻段) 三個頻段,但由於 WRC-2000 已將 2500-2690 MHz 頻段規劃供 IMT-2000/UMTS 業務使用,因此 2.6 GHz 頻段僅可使用至公元 2007 年 12 月 31 日止。

## 五、 歐盟有關 MWS 之頻譜規劃

### (一) 歐盟 MWS 頻譜規劃原則

多媒體無線通信系統 (Multimedia Wireless Systems, 以下簡稱 MWS) 係指利用點對多點 (point to multipoint) 或多點對多點 (multipoint to multipoint) 系統,提供終端用戶各種互動的多媒體 FWA,如:遠距學習、MVDS、遠距醫療、高品質的視訊會議、隨選視訊服務、視訊電話...等應用,而為了滿足不同類型的應用,MWS 必須有彈性地上鏈、下鏈頻寬(如下表所示)。

服務類型	上/下載頻寬	Bit rate		Bit rate 型式	
		下載	上載	下載	上載
視訊會議	不對稱	2~6 Mbit/s	2Mbit/s	固定或可變	可變
上網	不對稱	≈2 Mbit/s	64 Kbits	可變	可變
視訊電話	對稱/不對稱	0.25-25 Mbit/s	0.5-25 Mbit/s	固定或可變	固定或可變

為了滿足未來對無線寬頻接取網路的需求,歐盟方面決議規劃 40.5-43.5 GHz 供 MWS 使用(詳附件五),其中包括 Multipoint Video Distribution Systems, MVDS。依據目前的規劃,MWS 可提供的傳輸速率從 144 kbit/s 到 25 Mbit/s,真正達到多媒體無線通信的願景。

目前 ITU 無線電規則中並無特定的業務分類供多媒體通信服務使用，因此目前 MWS 可使用分配供**固定業務或廣播業務**的頻段。若 MWS 只是像 Multipoint Video Distribution System, MVDS 單純提供分送訊號的服務，則可使用廣播業務頻段；若 MWS 提供了上載/下載戶動式的服務，則使用同時分配固定業務及廣播業務使用的頻段。以 40.5-42.5 GHz 為例，該頻段依據 ITU 無線電規則係同時分配供固定業務及廣播業務使用，因此 MVDS 或互動式 MWS 均可使用 40.5-42.5 GHz。至於 42.5-43.5 GHz 頻段僅分配供固定業務使用，並未分配供廣播業務使用，因此單純提供訊號分送服務的系統便不可使用 42.5-43.5 GHz 頻段。

## (二) MWS 管理上的難題

依據目前 ITU 無線電管理規則規定，正式的頻率指配須登錄在「Master International Frequency Register」上，以利之後欲使用相同頻段的使用者進行頻率協調，所需登錄的電台或微波鏈路基本資料包括：

- 固定業務：須包括發射電台與接收電台位置
- 廣播業務：服務區域範圍(接收電台可能所在的範圍)

若 MWS 使用廣播業務頻段，並不需要登錄所有的接收電台位置，且所有在服務區域範圍內的接收電台都受到保障。但若 MWS 使用同時分配供固定業務/衛星固定業務頻段，則有可能因 MWS 的站台數量過多而無法與衛星業務和諧共用的問題，所以歐盟方面也正在研究如何管理 MWS 電台的問題。

除了頻譜的問題外，如何發照也是一個未來要討論的問題。目前大部份國家的電信業務與廣播業務係分屬於兩個單位負責管理，因此歐盟正針對此問題積極研究電信與廣播業務整合（convergence）方面的事宜。

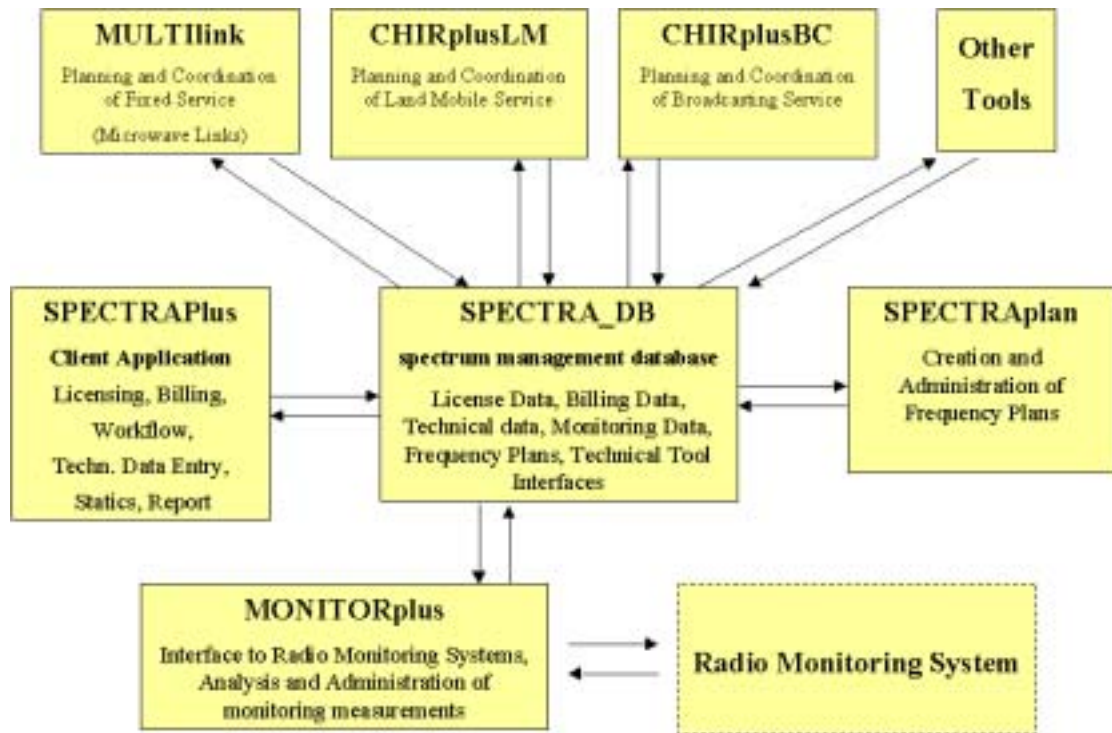
## 六、頻譜管理系統之應用

L&S Hochfrequenzenchnik 公司於 1991 年由 Leberherz 及 Schone 兩位博士於德國創立，L&S 公司主要發展無線通信系統分析及頻譜管理系統軟體，由於在電信服務軟體發展方面極為成功，該公司於 1998 年時更名為 L&S Radio Communication，主要提供的服務包括：網路設計施工、頻率規劃、頻率協調分析、無線系統網路分析與最佳化等。包括德國、瑞典、丹麥、埃及、義大利及我國的頻譜管理機構及電信、廣播業者，都使用 LS Telecom 公司的頻譜管理系統。

### （一）頻譜管理系統功能

- 證照核發
- 頻率指配
- 開立規費收據
- 國際間頻率協調
- 型式認證
- 頻譜監測及無線電定向
- 國際規範，如 ITU 無線電規則

## (二) 頻譜管理系統架構



### 1. SPECTRA\_DB

頻譜管理系統的技術分析及行政管理工作中最基本的一環就是完整的資料庫，LS Telcom 公司的頻譜管理系統資料庫 SPECTRA\_DB 包括了頻率分配資料，所有發射機/接收機的所有技術性資料，如：發射機/接收機所在位置經緯度、發射/接收頻率、頻寬、電功率、天線型式 等，以及核發證照、收費、電台管理時所須的行政資料。

### 2. SPECTRAplus

SPECTRAplus 主要是負責資料的輸出/輸入，一些行政管理的工作如：證照核發、收費的流程控管，各種表件的列印與統計資料的分析。



### 3. 技術分析軟體

LS Telcom 根據無線電通信業務的性質，發展出一系列的技術分析軟體：

- MULTIlink：負責點對點及點對多點微波的網路規劃
- CHIRplus\_LM：負責陸地行動通信業務的頻率規劃。
- CHIRplus\_BC：廣播電台的規劃與頻率協調
- CHIRplus\_SAT：衛星鏈路的規劃與分析

各個技術分析軟體主要的功能如下：

- 計算電場強度分佈圖
- 計算自由空間損失 ( free space loss )、雨衰損失 ( rain attenuation )、大氣吸收損失 ( atmospheric absorption loss )、衰落損失 ( clear air fading loss )
- 計算 availability
- 干擾分析

### 3. MONITORplus

由電子地圖上顯示由頻譜管理系統資料庫中選出的發射機或接收機後，可以看到相關站台的監測資料；接著比對監測資料與頻譜管理資料庫中合法電台資料，便可查出非法電台的位置

## 肆、結語

- (一) ERO 的報告中指出,未來 FWA 的頻率使用應朝高頻頻段(高於 3.4 GHz)規劃,低於 3 GHz 頻段應保留專供行動通信業務使用,此點與我國有關 WLL 頻譜規劃原則相符。(我國已規劃 3.4-3.7 GHz、4.41-4.43 / 4.71-4.43 GHz 及 24-42 GHz 頻段供固網業者申請建設 WLL 使用)
- (二) 寬頻網路(Broadband Networking)及無線接取(Wireless Access)是網路改革及市場機會的下一個主要發展階段及潮流。為了因應新知識經濟時代的來臨,歐盟正針對「新通訊管理組織架構」及「電信、媒體與資訊整合(Convergence)」的議題進行研究,建請本局密切注意國外相關寬頻無線接取技術發展、頻譜規劃、管理方式,俾供本局未來管理相關業務參考。